第3章
高齢者と若齢者の色彩弁別能力の比較

3.1. はじめに

わが国では、高齢化率の上昇に伴い2010年には高齢者全体に対する75歳以上の後期高齢者の占める割合が、50%にもなると予測され(国立社会保障・人口問題研究所 2002)超高齢社会を迎えることになる。心身ともに健康な高齢者の比率が増加し、様々な社会活動にも積極的に参加して行動範囲は拡大していくことが予想されるが、加齢に伴う体力・視力・環境への適応能力などが低下することは避けることができない。特に健常者の視覚機能の低下は、連続的に徐々に時間をかけて進行するために意識されにくい上に、高齢者のための生活環境に対する配慮は充分とは言えないのが現状である。そこで、第2章では高齢者の視覚特性に着目し、快適で安全な色彩環境づくりを目指すために、100 hue test による高齢者の色彩弁別能力の実態について調査を行った。その結果、高齢になるにつれてすべての色相で色彩弁別能力が低下すること、識別しやすい色相(黄赤および青紫領域)、識別しにくい色相(赤紫および青緑領域)に一定の方向性があること、白内障の影響が大きいことなどが明らかとなった(川口ら 2004)。本研究では、100 hue test による若齢者の色彩弁別能力の実態を調査し、加齢による変化を分析するとともに、高齢者および若齢者がともに快適で安全な生活を送るための色彩環境づくりの基礎資料を得ることを目的とした。

これまで、Farnsworth-Munsell 100 hue test(F-M 100 hue test)を用いた色識別に関する研究(Verriest1963、Boyee1977、Verriest *et al.* 1982、刑部 1982、野依ら 1987)や、日本色彩研究所製100色相配列検査器(ND-100 hue test)を用いた同様の研究(行田 1991、矢野ら 1991、1993、佐藤 1998、原田ら 2002)が報告されている。これらの研究は佐藤を除けば、100 hue test のトータルエラースコアやサオ別の分析である。佐藤の研究は、対

象者は20代16名、50代19名、60代19名、70代19名で高齢者は70代までである。そこで、本研究では、対象者を若齢者と高齢者の2群とし、それぞれの対象者数を増やした。さらに、75歳以上の後期高齢者の占める割合が増加することを考慮して、80代の後期高齢者も加え若齢者と高齢者の色彩弁別能力の比較を行った。

3.2. 調査方法

3.2.1. 調査時期、場所、対象者、方法

調査を行なう前に、高齢者の調査と同様に若齢者にも同意書(巻末資料-1)を読んでもらい、同意した者のみを調査対象者とした。同意書中には調査結果は統計的に処理し、個人が特定できないようにしていることを明記した。なお、色覚検査については、高齢者と同様である。

(1)調査対象者：18～29歳の若齢者72名

(女性50名、男性22名、平均年齢20.4歳　SD 1.6歳)

年齢構成は18～20歳44名(61.1%)、21～23歳(34.7%)、24～29歳(4.2%)である。

(2)調査場所：高知県（高知市内)

(3)調査時期：平成15年6月～11月

(4)使用機器：100 hue test（日本色研100色相配列検査器〔ND-100〕）

(5)調査条件：第2章と同じ条件で行なった。

3.2.2. 調査内容

(1)視力測定

両眼による矯正視力を測定した。第2章と同じ中和泉式試視力装置5m用（木原医科工業株式会社製)を使用した。

(2)100色相配列検査による色彩弁別能力検査

検査時間は1サオにつき取扱説明書に示されている2分を目安とした。

3.2.3. 分析方法

本調査では若齢者 72 名について 100 hue test を行なった。なお、分析にあたっては、第2章の高齢者の調査結果を用いて、次のような分析を行なった。

(1)対象者の比較

対象者について視力と暦年齢の分析

(2)100 hue test の総偏差点の比較

100 hue test 専用の記録用紙を用いて、偏差点の計算方法 (Kinnear 法) に基づいて偏差点を算出し、各偏差点を合計して総偏差点を求めた。高齢者と同様に、調査対象者の総偏差点を ND-100 の取扱説明書に明記されている総偏差点の評価基準(参考) に従って、優(総偏差点 16 以下)、良(総偏差点 20～48)、可(総偏差点 52～80)、総偏差点 84 以上の 4 区分に分類した。

若齢者と高齢者の総偏差点の平均値の比較、総偏差点と暦年齢との関係、総偏差点と視力との関係について分析を行った。

(3)100 色相別の平均偏差点の比較

100 色相すべてを示す方法で 100 色相別の平均偏差点を算出し、若齢者と高齢者の色彩弁別能力の比較を行った。若齢者と高齢者間の 100 色相別平均偏差点について差の検定を行った。

(4)100 色相の色コマを 4 分割した分析

色相のうち、赤、黄、緑、青の 4 色は混じり気のない純粋で基本的な色でユニーク色といわれ、色相環は四つのユニーク成分の連続的な変化で表現できる(阿山 1995)とされている。また、色覚については、種々の現象を説明するために、従来いくつかの説が提唱されてきたが、現在では、錐状体の段階では Young-Helmholtz の 3 色説が、水平細胞や神経節細胞の段階では Hering の反対色があてはまると考えられている。反対色説においては白黒物質、赤緑物質、黄青物質という 3 種類の光化学物質を仮定し、それぞれの物質の分解と合成により白と黒、赤と緑、黄と青の感覚が生じると考える(佐藤 1988)。Walraven と

Bouman(1966)が発展させた段階説モデルでは、明るさの感覚は、RGBの合成により生じ、色覚はR、GとY、Bのステージがあり、赤か緑、黄か青の感覚を生むとしている。そこで、これらを参考にして、100色相の色コマを、25コマずつ赤・緑・黄・青の各領域に4分割し、コマ番号のNo.89～13を赤(R)領域、No.14～38を黄(Y)領域、No.39～63を緑(G)領域、No.64～88を青(B)領域とした。さらに、色相環で補色の関係にある赤と緑領域を合わせた領域を赤＋緑(R+G)領域とし、同様に黄と青領域を合わせた領域を黄＋青(Y+B)領域とし、両領域の偏差点について分析した。

なお、統計処理には、統計解析ソフトSPSS Ver12.0を用いた。

3.3. 結果

3.3.1. 対象者について

若齢者群72名の内訳は、男性22名(30.6%)、女性50名(69.4%)である。高齢者群100名の内訳は、男性15名(15.0%)、女性85名(85.0%)である。

対象者の暦年齢と視力との関係を図3-2に示す。高齢者群は第2章図2-5を再掲している。図3-2より、若齢者群には相関は認められなかったが、高齢者群に$r=-0.239$の低い負の相関がみられ、有意性($p<0.05$)が認められた。
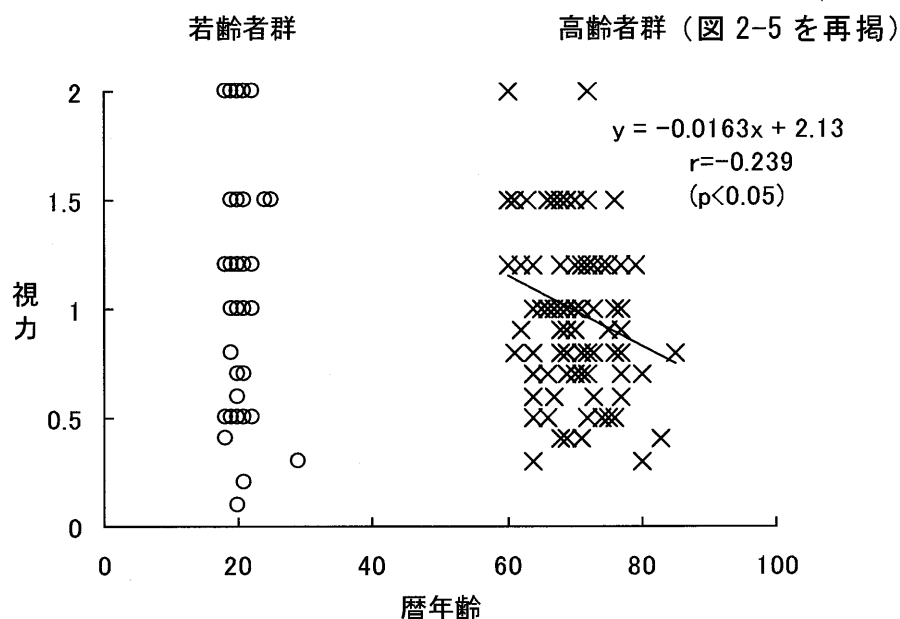
図 3-2　暦年齢と視力(矯正)との関係

3.3.2. 100 hue test による色彩弁別能力

100 hue test による総偏差点を若齢者群と高齢者群(第 2 章表 2-4 を再掲)について、ND-100 の取扱説明書に示されている総偏差点の評価基準(参考)に従って、「優」(16 以下)「良」(20～48)「可」(52～80)「優・良・可以外」(84 以上)に分類した結果を表 3-1 に示す。

表 3-1　総偏差点の評価基準(参考)による分類（高齢者群は表 2-4 を再掲）

評価基準			優		良		可		優・良・可の合計		優・良・可以外	
総偏差点			16以下		20～48		52～80		0～80		84以上	
対象者	性別	人数	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
若齢者群	女性	50	0	0	12	24.0	17	34.0	29	58.0	21	42.0
	男性	22	0	0	0	0	3	13.6	3	13.6	19	86.4
	合計	77	0	0	12	0	20	26.0	32	41.6	40	52.0
高齢者群	女性	85	0	0	1	1.2	5	5.9	6	7.1	79	92.9
	男性	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100.0
	合計	100	0	0	1	1.0	5	5.0	6	6.0	94	94.0

若齢者群においては、評価基準の「優」は該当者なしであった。「良」は女性に 12 名(24.0%)、男性は該当者なしであった。「可」は女性に 17 名(34.0%)、男性に 3 名(13.6%)で、計 20 名(26.0%)であった。「優」「良」「可」を合わせた該当者は計 32 名(41.6%)で、調査対象者の約 4 割が評価基準内であった。この評価基準の数値は、あくまで参考値ではあるが、総偏差点 84 以上は 52.0%と過半数を超えていた。この ND-100 は訓練器具としての性質も持っていることからも、若齢者群の総偏差点は高齢者群と比較して低い結果となっていた。しかし、過半数の者しか評価されていないことから、若齢者群についても高齢者群と同様に、総偏差点について全体を平均する方法で分析を行なうこととした。

若齢者群と高齢者群の総偏差点の平均値を図 3-3 に示した。100 hue test による総偏差点は、点数が高いほど色彩弁別能力が低いことを示している。若齢者群の総偏差点の平均値は 100.3 点(SD 57.2 点)、高齢者群は 225.2 点(SD 138.1 点)で、高齢者群は若齢者群より、明らかに色彩弁別能力が低かった。差の検定(t 検定)の結果、若齢者群と高齢者群に有意差($p<0.01$)が認められた。

各年齢層別の総偏差点の平均値を図 3-4 に示した。高齢者群の 60～64 歳(16 名)は 156.8 点(SD 61.1 点)、65～74 歳(62 名)は 211.0 点(SD 132.3 点)、75～85 歳(22 名)は 361.9 点(SD 157.2 点)で、加齢に伴って総偏差点は高くなっている。どの年代においても、データのばらつきが認められるが、20 代の若齢者群が最も少なく、高齢者群では年代が高くなるにつれて個人差も大きくなっている。差の検定の結果、図 3-4 に示すように 75～85 歳と他の各年齢層の間に、また、18～29 歳と 65～74 歳の間に有意差($p<0.05$)が認められた。
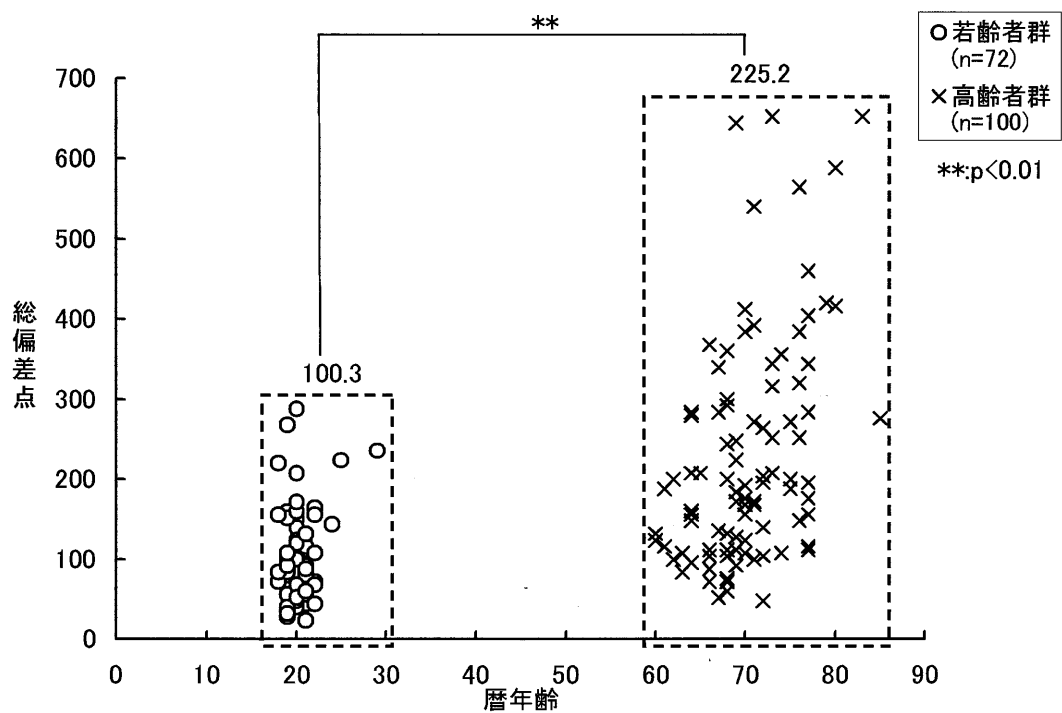
図 3-3　若齢者群と高齢者群の総偏差点の平均値
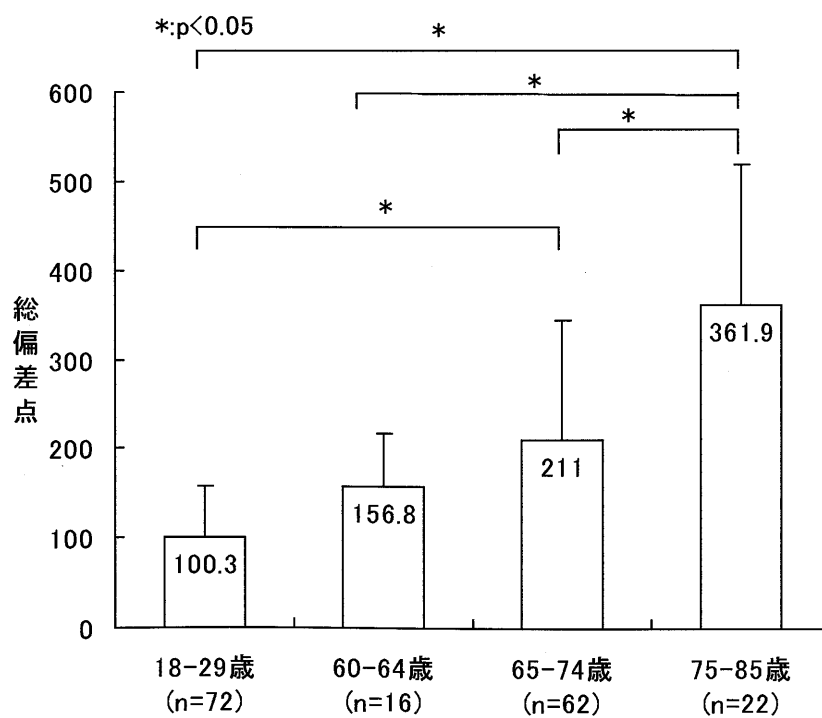
図 3-4　各年齢層別の総偏差点の平均値

総偏差点と暦年齢との関係を図 3-5、図 3-6(第 2 章図 2-7 を再掲)に示した。若齢者群には相関は認められず、高齢者群に r =0. 433 のかなり正の相関がみられ、有意性(p<0. 01)が認められた。加齢とともに総偏差点は高くなり、色彩弁別能力の低下がみられた。また、総偏差点と視力との関係では、図 3-7、図 3-8(第 2 章図 2-8 を再掲)に示すように若齢者群には相関は認められず、高齢者群に r =-0. 308 の低い負の相関がみられ、有意性(p<0. 01)が認められた。視力が悪くなるにつれて、総偏差点は高くなり、色彩弁別能力が低くなっている。
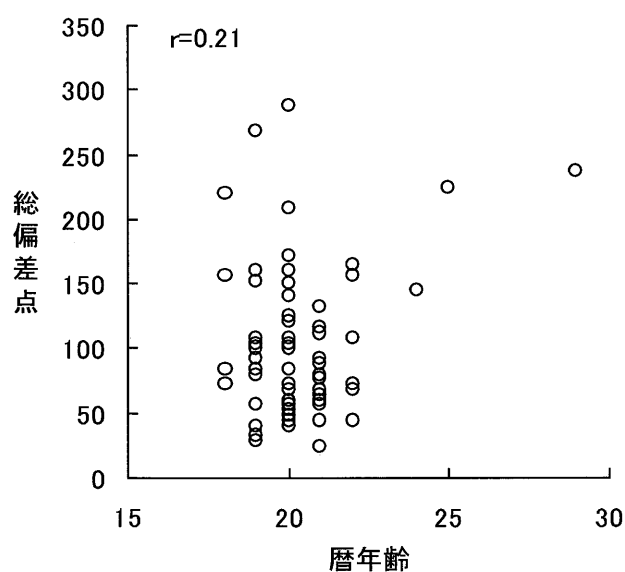
図 3-5　総偏差点と暦年齢との関係（若齢者群）

（図 2-7 を再掲）
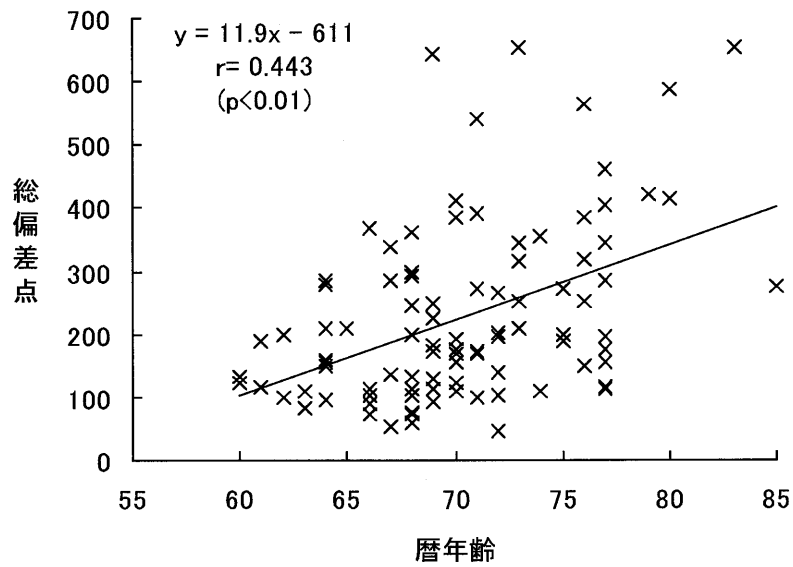
図 3-6　総偏差点と暦年齢との関係（高齢者群）
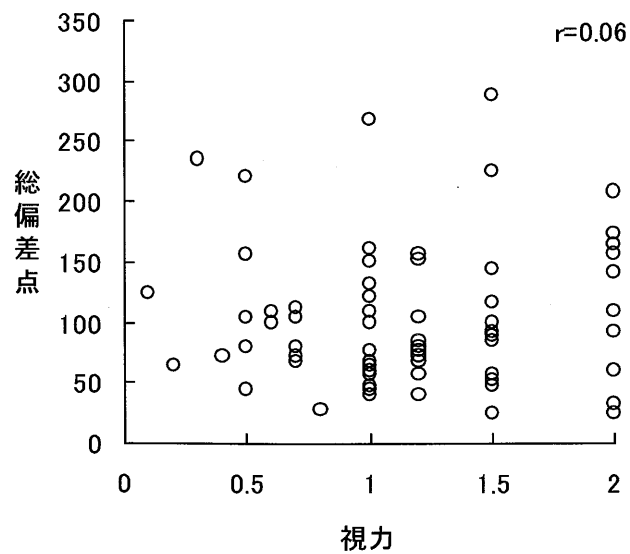
図 3-7　総偏差点と視力(矯正)との関係（若齢者群）

（図 2-8 を再掲）
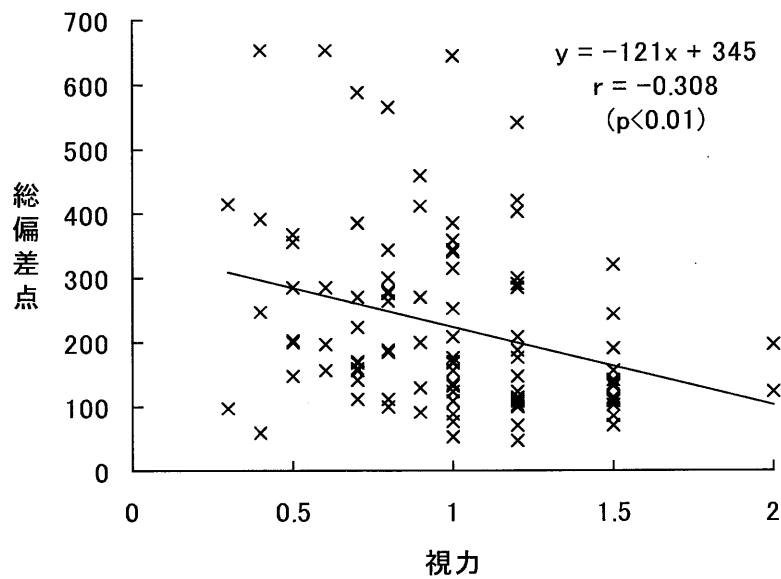
図 3-8　総偏差点と視力（矯正）との関係（高齢者群）

3.3.3. 100 色相別の色彩弁別能力

若齢者群と高齢者群の 100 色相別平均偏差点の値を求め、その結果を図 3-9 に示した。ND-100 記録整理用紙のパターングラフより、100 hue test の色コマ番号 No. 1～No. 100 を反時計回りに環状に配列した。さらに、780nm を主波長とする No. 1 から、No. 4 の赤(R)、No. 9 の黄赤(YR)、No. 18 の黄(Y)、No. 28 の黄緑(GY)、No. 43 の緑(G)、No. 50 の青緑(BG)、No. 57 の青(B)、No. 66 の青紫(PB)、No. 82 の紫(P)、No. 98 の赤紫(RP)の色相名を環状に配列した。

高齢者群の平均偏差点はすべての色相において若齢者群より高い。平均偏差点の高い色相は、高齢者群では No. 100、No. 95 の赤紫(RP)領域、No. 51、No. 50 の青緑(BG)領域であり、若齢者群では No. 50、No. 51 の青緑(BG)領域、No. 86、No. 87 の紫(P)領域である。青緑(BG)領域の No. 50、No. 51 は両群共に高偏差点となっている。これらは色彩弁別能力が低く識別しにくい色相といえる。反対に平均偏差点の低い色相は、高齢者群では No. 11～No. 16、No. 24 の黄赤(YR)、黄(Y)領域、No. 68～No. 74 の青紫(PB)

領域で、若齢者群ではNo.12～No.16の赤(R)、黄赤(YR)、黄(Y)領域となっており、黄赤(YR)、黄(Y)領域の色相は両者に共通している。これらは色彩弁別能力が高く識別しやすい色相といえる。
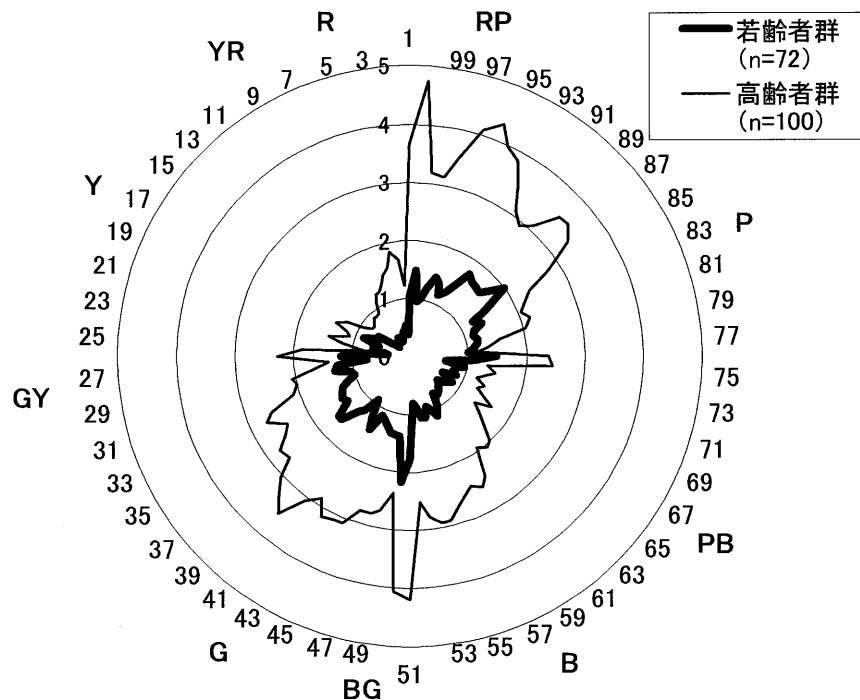
図 3-9　100色相別平均偏差点

若齢者群と高齢者群の間で、100色相の平均偏差点についての差の検定を行った。その結果を図3-10に示した。100色相のうち、100色相中88の色相において有意差がみられた。

色相別では、高齢者群で平均偏差点の低かった青紫(PB)領域と、若齢者群で平均偏差点の高かった紫(P)領域にかけての中間領域は両群に有意な差はみられなかった。

図 3-10　若・高齢者群の 100 色相別平均偏差点の t 検定

3.3.4. 100 色相の 4 分割による色彩弁別能力

100 hue test の 100 色相の色コマをサオ別ではなく、25 コマずつ赤・緑・黄・青の各領域に 4 分割し、コマ番号の No. 89～13 を赤(R)領域、No. 14～38 を黄(Y)領域、No. 39～63 を緑(G)領域、No. 64～88 を青(B)領域とした。さらに、色相環で補色の関係にある赤と緑領域を合わせた領域を赤＋緑(R+G)領域とし、同様に黄と青領域を合わせた領域を黄＋青(Y+B)領域とし、両領域の偏差点について比較した。黄＋青(Y+B)領域の偏差点と暦年齢の関係を図 3-11、図 3-12 に、赤＋緑(R+G)領域の偏差点と暦年齢の関係を図 3-13、図 3-14 に示した。さらに、赤＋緑(R+G)領域偏差点と黄＋青(Y+B)領域の偏差点の関係を図 3-15 に示した。

黄＋青(Y+B)領域の偏差点と暦年齢の関係では、若齢者群に r=0.260 の低い相関がみられ、有意性(p<0.05)が認められた。高齢者群にも r=0.369 の低い相関がみられ、有意性(p<0.01)が認められた。赤＋緑(R+G)領域の偏差点と暦年齢の関係では、若齢者群には相関がみられなかったが、高

齢者群には r=0.472 のかなり相関がみられ、有意性($p<0.01$)が認められた。高齢者群の黄＋青(Y+B)領域と赤＋緑(R+G)領域の偏差点を比較するとやや赤＋緑(R+G)領域の偏差点が高いことから、高齢者群は年齢が高くなるにつれて赤＋緑(R+G)領域の色彩弁別能力が黄＋青(Y+B)領域より低下することがわかる。

また、赤＋緑(R+G)領域の偏差点と黄＋青(Y+B)領域の偏差点の関係では、若齢者群は r=0.812、高齢者群は r=0.838 の強い相関がみられ、若齢者・高齢者群共に有意性($p<0.01$)が認められた。つまり、両群とも R+G 領域の色彩弁別能力が低ければ Y+B 領域の色彩弁別能力も低いという結果を示している。しかし、回帰直線の傾斜はやや若齢者群の方が高い。このことから、若齢者は赤＋緑(R+G)領域の色彩弁別能力が悪ければ黄＋青(Y+B)領域の色彩弁別能力も同程度に悪く、高齢者は赤＋緑(R+G)領域の色彩弁別能力が悪ければ黄＋青(Y+B)領域の色彩弁別能力は同程度に悪いわけではなく、やや黄＋青(Y+B)領域の色彩弁別能力が高い場合があると言える。
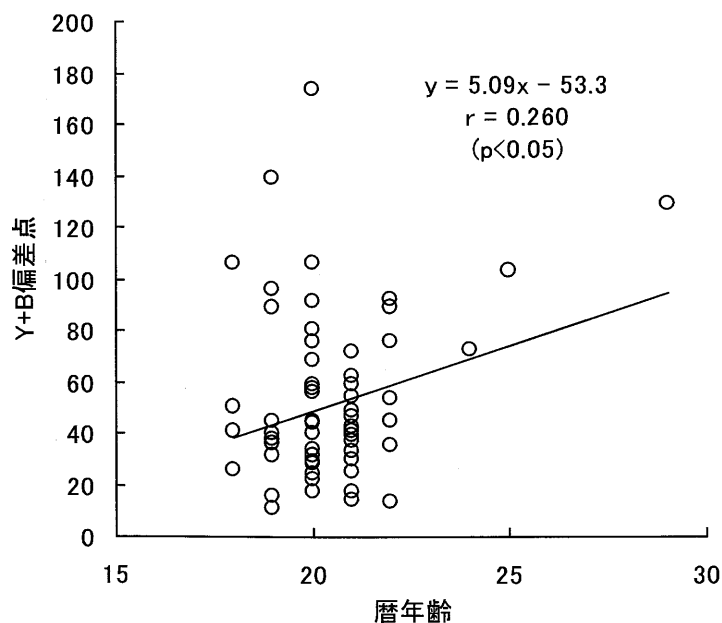
図 3-11　黄＋青(Y+B)領域の偏差点と暦年齢の関係(若齢者群)
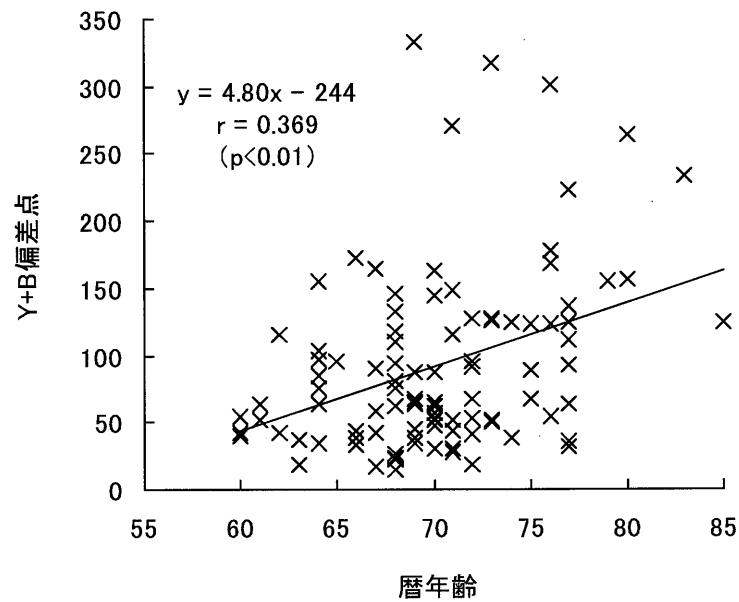
図 3-12　黄＋青(Y+B)領域の偏差点と暦年齢の関係(高齢者群)
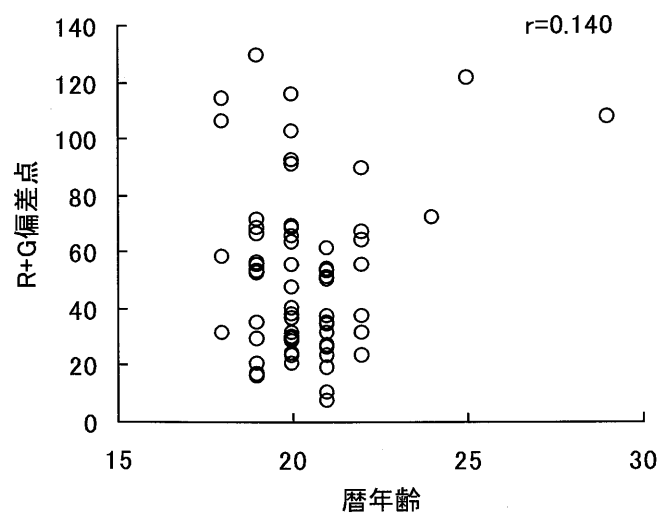
図 3-13　赤＋緑(R+G)領域の偏差点と暦年齢の関係(若齢者群)
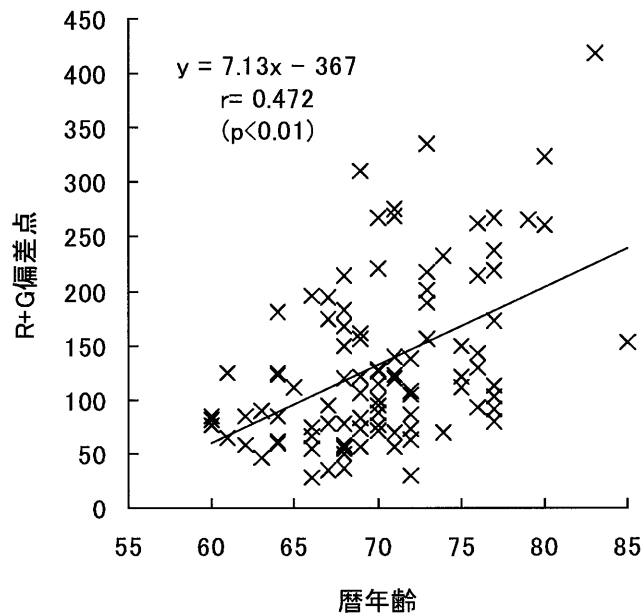
図 3-14　赤＋緑(R+G)領域の偏差点と暦年齢の関係(高齢者群)
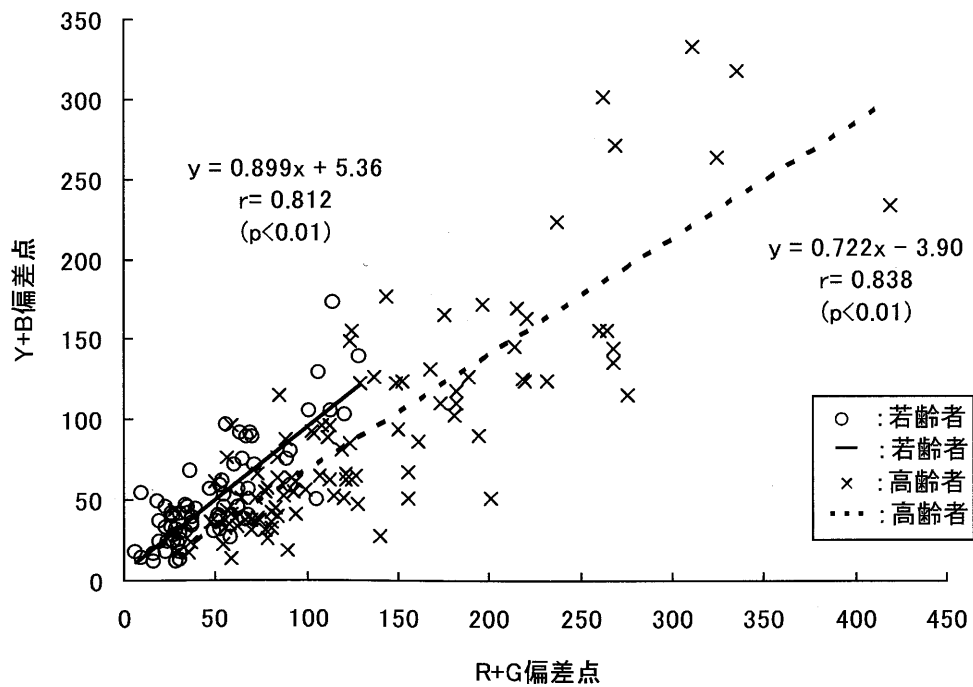
図 3-15　若・高齢者群における黄＋青(Y+B)領域の偏差点と
赤＋緑(R+G)領域の偏差点の関係

3.4. 考察

本研究では、100 hue test を用いて若齢者 72 名と高齢者 100 名の色彩弁別能力の実態を調査し、加齢による変化を分析した。

まず、100 hue test による総偏差点について佐藤(1998)の結果との比較を行った。本調査の若齢者群の平均値は 100.3 点で、佐藤の結果は 50.4 点である。若齢者群は本調査の総偏差点が高く色彩弁別能力が低い結果となった。本調査の高齢者群の平均値は 60 代(47 名)174.5 点、70 代(49 名)235.3 点で、佐藤の結果は 60 代(19 名)146.9 点、70 代(16 名)264.3 点である。高齢者群については、ほぼ同様の結果となり、年齢が増加するに従い色彩弁別能力は低下するといえる。筆者らは D_{65} 色評価用蛍光ランプを用い照度 500Lux の測定条件に対して、佐藤は D_{50} 色評価用蛍光ランプを用い照度 900～1000Lux と測定条件の違いがあった。そのため、若齢者群は色彩弁別能力が低い結果となったと考えられる。従って照度の違いが影響していると推察された。

本調査における 100 色相別の平均偏差点は、すべての色相において高齢者群が若齢者群より高く色彩弁別能力が劣っていた。特に平均偏差点の高い色相は、高齢者群では赤紫(RP)領域と青緑(BG)領域であり、若齢者群では青緑(BG)領域と紫(P)領域であった。No.50、51 の青緑(BG)領域の色相は高齢者・若齢者群共に偏差点が高く、年齢に関係なく識別し難い色相であると考えられる。また、高齢者群で高偏差点の赤紫(RP)領域の色相は、加齢に伴って識別しにくくなる色相であると考えられる。F-M 100 hue test を用いた Verriest(1963、1982)、刑部(1982)、野依ら(1987)の報告では、青緑(BG)領域と赤紫(RP)領域は偏差点の多い傾向が認められている。また、ND-100 hue test を用いた梶原(1997)、佐藤(1998)の報告でも、青緑(BG)と赤紫(RP)領域は全体的に偏差点が高く、高齢になるほど赤紫(RP)領域が高くなると報告している。これらのことから、100 色相別の色彩弁別能力は本調査も同様の傾向であり、年齢に関係なく識別し難い色相と加齢に伴って識別し難くなる色相があることが判明した。

高齢者の色彩弁別能力の低下については、第２章では、水晶体の黄変の影響に加えて、水晶体の透過率の低下による網膜照度の低下や、脳内の情報処理能力の低下などの影響が考えられるが、白内障疾患による影響も一要因と考えられると推察した。また、刑部(1982)は、加齢に伴い総偏差点の増加する原因について、水晶体の着色度の増加、黄斑色素による影響、瞳孔径の変化等を挙げている。これらのことから、加齢による色彩弁別能力の低下には、複雑な要因が関与していると考えられる。

次に、高齢者及び若齢者が共に快適で安全な生活を送るための色彩環境づくりの視点から、本研究結果を日本色研配色体系の色彩調和論(加藤ら 2001)と関連させて考察する。色彩調和論では、配色を色どうしの色相差の大小から同系、類似、対照の調和に分類している。同系の調和は同一色相(色相差 0)、類似の調和は隣接色相(色相差 1)と類似色相(色相差 2,3)、対照の調和は対照色相(色相差 8～10)と補色色相(色相差 11～12)である。また、トーンについても色どうしのトーン差の大小から同系、類似、対照の調和の関係に分類している。同一トーンの色どうしから選ぶ同系の調和、隣り合っているトーン領域の色どうしから選ぶ類似の調和、遠い位置関係にあるトーン領域の色どうしから選ぶ対照の調和である。色相が同系または類似の関係にある配色は、トーンに変化や複雑さをもたせる。また、色相が対照の関係にある配色は、トーンを同系、類似にして統一を図るとしている。

この研究では、色識別能力に着目しているので、色彩調和論の同系の調和(色相差 0)と類似の調和(色相差 1～3)について考える。高齢者にとって識別しやすい色相は黄赤(YR)、黄(Y)領域と青紫(PB)領域で、若齢者にとって識別し易い色相は赤(R)、黄赤(YR)、黄(Y)領域であった。黄赤(YR)、黄(Y)領域の色相は高齢者および若齢者に共通して識別しやすい色相であった。同系や類似の色相で調和をはかる場合、高齢者・若齢者の両群に識別しやすい黄赤(YR)や黄(Y)領域の色相を使用すれば、識別しやすいという点で安全性に優れ、同時に色彩調和論からも優れているといえる。

しかし、赤＋緑(R+G)領域と黄＋青(Y+B)領域の比較では、加齢に伴い

赤＋緑(R+G)領域の色彩弁別能力が低下しているため、黄赤領域では赤にあまりシフトしない配慮が必要である。

反対に、高齢者にとって識別しにくい色相は、赤紫(RP)と青緑(BG)領域で、若齢者にとって識別しにくい色相は青緑(BG)と紫(P)領域であった。青緑(BG)領域は高齢者、若齢者ともに識別しにくい色相であった。従って同系や類似で調和をはかる場合、これらの色相はできるだけ用いないことが望まれる。

以上のように、今後の生活環境におけるデザインにおいては、識別しやすく、事故を防ぐための安全性や機能性は勿論のこと、調和のとれた配色という美しさの両面からの色彩計画が必要である。さらに、安全・安心のためには、色の視覚効果として、見つけやすい、読みやすい、区別しやすい、わかりやすい表示が求められている。今後は、実際の生活場面を想定して、照明環境も考慮した配色のデザイン設計が望まれる。

最後に、本研究において確認された加齢に伴う色彩弁別能力の低下とその方向性は、あくまで 100 hue test(ND-100)による結果であることを確認しなければならない。この傾向がすべての色彩環境にあてはまるとは考えにくく、100 hue test の限界を考慮しなければならないと考える。しかし加齢に伴って色識別能力が変化し、その個人差が大きいことが確認されたことは、重要な意味を持つものであると考える。